

524,270

Rec'd PCT/PTO

11 FEB 2005

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年2月26日 (26.02.2004)

PCT

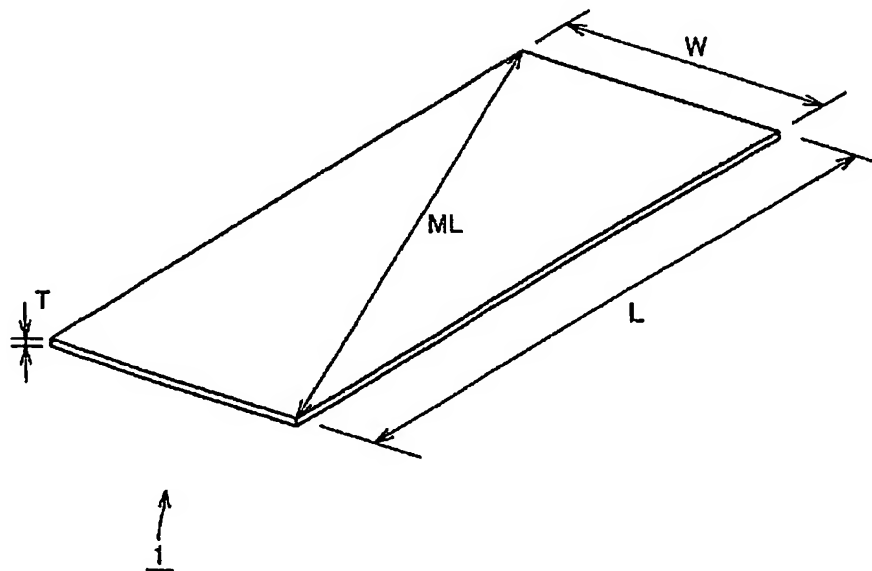
(10) 国際公開番号
WO 2004/016567 A1

- (51) 国際特許分類⁷: C04B 35/581 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/009705 (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 伊藤 靖 (ITO, Yasushi) [JP/JP]; 〒664-0016 兵庫県 伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP). 石津 定 (ISHIDU, Sadamu) [JP/JP]; 〒664-0016 兵庫県 伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP). 筑木 保志 (TSUZUKI, Yasushi) [JP/JP]; 〒664-0016 兵庫県 伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP).
(22) 国際出願日: 2003年7月30日 (30.07.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2002-235571 2002年8月13日 (13.08.2002) JP
(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府 大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP). (74) 代理人: 中野 稔, 外 (NAKANO, Minoru et al.); 〒554-0024 大阪府 大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: ALUMINUM NITRIDE SINTERED COMPACT, METALLIZED SUBSTRATE, HEATER, JIG AND METHOD FOR PRODUCING ALUMINUM NITRIDE SINTERED COMPACT

(54) 発明の名称: 窒化アルミニウム焼結体、メタライズ基板、ヒータ、治具および窒化アルミニウム焼結体の製造方法



(57) Abstract: An aluminum nitride sintered compact substrate (1) which has a maximum length (ML) of 320 mm or more, a thickness (T) of more than 0 mm and not more than 2 mm, a warping of 0 μ m or more and less than 2 μ m and a local waving height of 0 to 100 μ m; and a method for producing the sintered compact; a metallized substrate and a heater both using the aluminum nitride sintered compact. The aluminum nitride sintered compact has a greater area and a decreased thickness as compared to those of a conventional aluminum nitride sintered compact and also is a flat sintered compact having a controlled warping and waving.

(57) 要約: 従来より大面積かつ厚みの薄い窒化アルミニウム焼結体であって、反りやうねりが管理された平坦な窒化アルミニウム焼結体およびその製造方法、

[続葉有]

WO 2004/016567 A1



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許

(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

窒化アルミニウム焼結体、メタライズ基板、ヒータ、治具および
窒化アルミニウム焼結体の製造方法

5 技術分野

この発明は、窒化アルミニウム焼結体、メタライズ基板、ヒータ、治具および窒化アルミニウム焼結体の製造方法に関し、より特定的には、大面積かつ平坦で厚みの薄い窒化アルミニウム焼結体、メタライズ基板、ヒータ、治具および窒化アルミニウム焼結体の製造方法に関する。

10

背景技術

窒化アルミニウム焼結体は、その優れた熱伝導特性などから各種の電子部品用基板の材料として用いられている。なお、本明細書では、窒化アルミニウム焼結体とは、窒化アルミニウムを主成分として含む焼結体を意味する。

15 電子部品用基板として窒化アルミニウム焼結体を用いる場合、基板の形状としては比較的大きな面積を有するとともに、その厚みが薄いシート状とすることが必要である。しかし、窒化アルミニウム焼結体の焼結工程などにおいて、形成される窒化アルミニウム焼結体の基板が撓むといった不良が発生することがあった。このような基板の撓みは基板の割れなどの原因となる。

20 このため、基板の撓みの発生を防止する技術が従来提案されている。たとえば、特開 2002-68849 号公報においては、焼結時における冷却速度を所定の範囲の値とすることで、撓みの無い、比較的面积が大きくかつ厚みの薄い窒化アルミニウム焼結体を製造できるとしている。そして、上記特開 2002-68849 号公報には、厚みが 0.6 mm、最大サイズが縦 100 mm×横 300
25 mm という窒化アルミニウム焼結体の実施例として記載されている。

しかし、近年、レーザプリンタや複写機などに用いられる電子部品の基板として、上述したようなたとえば 100 mm×300 mm といったサイズよりさらに大きなサイズの窒化アルミニウム焼結体からなる基板（以下、窒化アルミニウム基板ともいう）が求められるようになってきている。さらに、上述した撓みとい

った特性以外に、反りやうねりと言った特性についても管理された、より平坦な窒化アルミニウム基板が求められている。このような大面積で厚みの薄い窒化アルミニウム基板であって、反りやうねりが管理された平坦なものは、上述したような従来の製造方法により得ることは困難であり、従来存在していなかった。

5

発明の開示

この発明は、上記のような課題を解決するために成されたものであり、この発明の目的は、従来より大面積かつ厚みの薄い窒化アルミニウム焼結体であって、反りやうねりが管理された平坦な窒化アルミニウム焼結体およびその製造方法、

10 さらにこの窒化アルミニウム焼結体を用いたメタライズ基板およびヒータを提供することである。

また、この発明のもう1つの目的は、上述した窒化アルミニウム焼結体の製造方法において用いる治具を提供することである。

この発明の1の局面に従った窒化アルミニウム焼結体は、最大長さが320 mm
15 m以上、厚みが0 mmを超え2 mm以下、反りが $0 \mu\text{m}/\text{mm}$ 以上 $2 \mu\text{m}/\text{mm}$ 未満、局所的なうねり高さが $0 \mu\text{m}$ 以上 $100 \mu\text{m}$ 以下である。

このように、大面積かつ反りやうねりの小さな窒化アルミニウム焼結体は、電子部品などの基板として用いるのに適している。すなわち、このようなサイズの大きな窒化アルミニウム焼結体からなる基板をメタライズ基板やヒータなどの電子部品の構成材料として用いれば、大面積のメタライズ基板やヒータを実現できる。
20 また、サイズの小さなメタライズ基板やヒータを作成する場合、本発明による窒化アルミニウム焼結体からなる基板を分割することで、1つの基板からより多くのメタライズ基板やヒータを得ることができる。

さらに、上述のように本発明による窒化アルミニウム焼結体からなる基板はそ
25 の平坦性が優れているので、例えば表面にメタライズ層や発熱体などをスクリーン印刷法を用いて形成する場合、基板の反りなどに起因してメタライズ層や発熱体の膜厚や形状がばらつくといった不良の発生確率を低減できる。したがって、品質の安定したメタライズ層や発熱体を形成できる。また、平坦性が優れているため、スクリーン印刷法を実施する際に、基板が割れたり、反った基板によりス

クリーンが損傷を受けるといった問題の発生を抑制できる。このため、不良品の発生確率を低減できるとともにスクリーン印刷装置が破損する危険性を低減できる。したがって、メタライズ基板やヒータなどの電子部品の製造コストを低減できる。

- 5 なお、本発明に従った窒化アルミニウム焼結体は、平面形状が四角形状や円形状の基板であってもよいが、直径（厚み）が2 mm以下の棒状体、あるいは断面積の最大幅（厚み）が2 mm以下の多角形状である棒状体であってもよい。本発明に従った窒化アルミニウム焼結体が平板状（シート状）であって、その平面形状が四角形状である場合、上記最大長さは、基板の四角形状である表面における
- 10 対角線のうち最も長いものの長さとすることができる。また、本発明に従った窒化アルミニウム焼結体がシート状であって、その平面形状が円形状である場合、上記最大長さは基板における円形状である表面の直径の長さとすることができる。

- また、本発明に従った窒化アルミニウム焼結体が棒状体である場合、上記最大
- 15 長さは棒状体の長さとすることができる。さらに、窒化アルミニウム焼結体が棒状体である場合、反りの値は例えば以下のようにして求めることができる。すなわち、棒状体を平坦な面上に置いた際に、平坦な面からの距離が最も高くなった棒状体の部分の下面から上記平坦な面までの距離を、棒状体の長さで割ることにより、棒状体についての反りの値を得ることができる。また、棒状体におけるう
- 20 ねり高さの値は、棒状体が局所的に蛇行している部分において、この蛇行している部分以外の棒状体の部分（直線状に伸びる棒状体の部分）の表面からの高さが最も高くなっている領域の高さの値とすることができる。

- ここで、最大長さが320 mm以上であれば、本発明により、従来より大型のメタライズ基板やヒータなどを構成する窒化アルミニウム焼結体からなる基板
- 25 （窒化アルミニウム基板とも言う）を得ることができる。なお、最大長さは好ましくは350 mm以上、より好ましくは450 mm以上である。

また、本発明による窒化アルミニウム焼結体の厚みが0 mm以上2 mm以下であれば、ヒータなどを構成する基板として十分な厚さとなるため、本発明による窒化アルミニウム基板をヒータなどの電子部品を構成する基板として容易に適用

できる。なお、窒化アルミニウム焼結体の厚みは好ましくは1.5 mm以下、より好ましくは1.0 mm以下である。

また、反りが $0\text{ }\mu\text{m/mm}$ 以上 $2\text{ }\mu\text{m/mm}$ 未満、局所的なうねり高さが $0\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下であれば、窒化アルミニウム基板において十分な平坦性を確保できる。したがって、上述のようなスクリーン印刷法における不良の発生を抑制できる。なお、反りの値は好ましくは $1.5\text{ }\mu\text{m/mm}$ 未満、より好ましくは反りの値は $1.0\text{ }\mu\text{m/mm}$ 未満である。また、うねり高さは好ましくは $75\text{ }\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。

上記1の局面に従った窒化アルミニウム焼結体では、熱伝導率が $50\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上 $250\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下であってもよい。

この場合、本発明による窒化アルミニウム焼結体をヒータの基板として用いる際、基板全体への適度な熱の拡散を実現できるとともに、ヒータを構成する発熱体（基板表面に形成された発熱体）からの熱が、基板上に形成された他の部材（電極部や制御回路など）に悪影響を与える危険性を低減できる。なお、窒化アルミニウム焼結体の熱伝導率が $50\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 未満である場合、窒化アルミニウム焼結体からなる基板の熱伝導率が小さすぎるため、基板全体への発熱体からの熱拡散が不十分となり、基板全体での熱の分布を均一にすることが難しくなる。また、窒化アルミニウム焼結体の熱伝導率が $250\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 超えの場合、基板上に形成された電極部や制御回路などの周辺部品が発熱体からの熱により過剰に加熱されるおそれがある。このため、周辺部品が過加熱により損傷する危険性がある。

なお、窒化アルミニウム焼結体の熱伝導率は、好ましくは $80\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上 $200\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下、さらに好ましくは $85\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上 $105\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下である。

この発明の他の局面に従ったメタライズ基板は、基板とメタライズ層とを備える。基板は、上記1の局面に従った窒化アルミニウム焼結体であって形状が板状（シート状）である。メタライズ層は、基板の表面の少なくとも一部上に形成されている。また、メタライズ層は導電性を有する。

この発明の別の局面に従ったメタライズ基板は、窒化アルミニウム焼結体を含

む基板とメタライズ層とを備える。基板は、最大長さが320mm以上、厚みが0mmを超え2mm以下、局所的なうねり高さが0 μ m以上100 μ m以下である。メタライズ層は、基板の表面の少なくとも一部上に形成されている。メタライズ層は導電性を有する。上記別の局面に従ったメタライズ基板の反りは0 μ m/mm以上5 μ m/mm以下である。なお、メタライズ層は、金属を含んだ層でもよいが、他の導電性の物質からなる層であってもよい。

このようにすれば、従来より大型かつ平坦なメタライズ基板を得ることができる。したがって、本発明によるメタライズ基板を利用して大型の電子部品を形成できる。また、本発明によるメタライズ基板を分割して、比較的サイズの小さな電子部品を製造する場合、1つのメタライズ基板から得られる電子部品の数を多くできるので、電子部品の製造コストを低減できる。

なお、メタライズ基板を構成する基板の最大長さが320mm以上であれば、従来より大型のメタライズ基板を得ることができる。また、基板の厚みが0mmを超え2mm以下であれば、メタライズ基板に用いる基板として適しているため、電子機器の基板やヒータの基板などとして優れた特性を発揮できる。また、局所的なうねり高さが0 μ m以上100 μ m以下、また、反りが0 μ m/mm以上5 μ m/mm以下であれば、メタライズ基板またはヒータを機械的負荷（荷重）が加えられた状態で使用する場合においても基板が割れるといった事故の発生確率を低減できる。

なお、上記1の局面に従った窒化アルミニウム焼結体および上記別の局面に従ったメタライズ基板に含まれる基板を構成する窒化アルミニウム焼結体は、窒化アルミニウム焼結体となるべき成形体から、成形体に含まれるバインダを除去する工程（脱バインダ工程）の前に、成形体を1時間以上自然乾燥する工程を実施した後、上記脱バインダ工程および焼結工程を行うことにより製造されることが好ましい。なお、自然乾燥する時間は、より好ましくは10時間以上、最も好ましくは20時間以上である。また、上記窒化アルミニウム焼結体は、窒化硼素を主成分とする治具により囲まれた空間内に、窒化アルミニウム焼結体となるべき成形体を配置し、かつ、上記空間の体積に対する焼結前の上記成形体の体積の割合が10%以上70%以下である状態で焼結を行なうことにより製造されている

ことが好ましい。

この発明のもう 1 つの局面に従ったヒータは、上記他の局面または上記別の局面に従ったメタライズ基板と電極部と絶縁層とを備える。電極部は、メタライズ基板を構成する基板の表面上に配置され、メタライズ層と接続されている。絶縁層はメタライズ層上に配置されている。メタライズ層は、電極部から電流を供給されることにより発熱する発熱体として作用する。

このようにすれば、本発明によるメタライズ基板を利用して従来より大型かつ平坦なヒータを得ることができる。また、本発明によるヒータを分割して、比較的サイズの小さなヒータを製造することもできる。この場合、1 つのメタライズ基板から得られるヒータの数を多くできるので、ヒータの製造コストを低減できる。

この発明のその他の局面に従った窒化アルミニウム焼結体の製造方法では、バインダと主原料である窒化アルミニウムとを含む原料を準備する工程を実施する。そして、上記原料を用いてシート状の成形体を形成する工程を実施する。さらに、形成した成形体を 1 時間以上乾燥する乾燥工程を実施する。また、乾燥工程を実施した成形体からバインダを除去する工程を実施する。その後、バインダが除去された成形体を焼結する焼結工程を実施する。乾燥工程では、成形体を 1 時間以上自然乾燥させることが好ましい。また、乾燥工程における自然乾燥する時間は、より好ましくは 10 時間以上、最も好ましくは 20 時間以上である。

このようにすれば、成形体を形成する工程とバインダを除去する工程（脱バインダ工程）との間に、乾燥工程を実施しているので、この乾燥工程により、成形体から溶剤および水分などが比較的低速度で、成形体全体から十分に揮発する。そのため、溶剤や水分の揮発に伴い、成形体はその全体がほぼ均一に収縮する。この結果、成形体内部において、溶剤や水分などの揮発にともなう歪みや内部応力の発生を抑制できる。したがって、後工程である脱バインダ工程や焼結工程において、成形体や焼結体に反りやうねりと言った変形が発生することを抑制できる。

なお、乾燥工程における乾燥時間（自然乾燥時間）が 1 時間以上であれば、成形体の全体から水分などを均一かつ相対的にゆっくりした速度で十分に揮発させ

ることができる。

上記その他の局面に従った窒化アルミニウム焼結体の製造方法において、焼結工程は、窒化硼素を主成分とする治具により囲まれた空間内に成形体を配置した状態で、成形体を焼結することを含んでいてもよい。また、上記治具により囲まれた空間の体積に対する、焼結前の成形体の体積の割合が10%以上70%以下であることが好ましい。

この場合、治具により囲まれた（ほぼ閉じた）空間内に成形体を配置した状態で焼結を行なうので、焼結の際、成形体の近傍において雰囲気ガスの局所的な流れなどが起きる危険性を低減できる。このため、雰囲気ガスの状態により成形体（焼結体）の形状が影響を受ける（変形する）危険性を低減できる。

また、上記治具により囲まれた空間の体積（成形体が配置される領域の体積）に対する成形体の体積の割合が上述のような範囲であれば、焼結工程において、成形体の周囲の雰囲気ガスの成分の分圧（たとえば、雰囲気ガスに窒素（ N_2 ）や炭素（CO、 CO_2 など）が含まれる場合、窒素および炭素を含むガスの分圧）を適正化することができる。このため、雰囲気ガスの成分により焼結体の形状が影響を受ける（反りやうねりが発生する）危険性を低減できる。

この発明のまた別の局面に従った窒化アルミニウム焼結体の製造方法では、シート状であって、窒化アルミニウムを主成分とする成形体を準備する工程を実施する。さらに、窒化硼素を主成分とする治具により囲まれた空間内に1つの成形体を配置した状態で、成形体を焼結する焼結工程を実施する。

この場合、治具により囲まれた（ほぼ閉じた）空間内に成形体を配置した状態で焼結を行なうので、焼結の際、治具の外部から成形体の近傍への雰囲気ガスの過度の流入を低減できる。このため、雰囲気ガスの状態により成形体（焼結体）の形状が影響を受ける（変形する）危険性を低減できる。

また、治具により囲まれた、ほぼ閉じた空間に1つの成形体を配置して焼結するので、複数の成形体を積層して焼結する場合のように、積層された他の成形体が存在することに起因した、焼結時の収縮等の成形体同士の相互作用による形状の変化といった問題の発生確率を低減できる。

上記また別の局面に従った窒化アルミニウム焼結体の製造方法において、治具

により囲まれた空間の体積に対する、焼結前の成形体の体積の割合は10%以上70%以下であってもよい。

- 5 この場合、上記治具により囲まれた空間の体積（成形体が配置される領域の体積）に対する成形体の体積の割合が上述のような範囲であれば、焼結工程において、成形体の周囲の雰囲気ガスの成分の分圧を適正化することができる。このため、雰囲気ガスの成分により焼結体の形状が影響を受ける危険性を低減できる。

なお、上記その他の局面またはまた別の局面に従った窒化アルミニウム焼結体の製造方法では、治具により囲まれた空間の体積に対する、焼結前の成形体の体積の割合は20%以上60%以下とすることが好ましい。

- 10 上記その他の局面またはまた別の局面に従った窒化アルミニウム焼結体の製造方法において、上記治具は、平板状の基体の上部表面に、成形体を配置するための凹部が形成されたものであってもよい。焼結工程では、複数の治具の凹部のそれぞれに成形体を1つずつ配置した上で、複数の治具を積層した状態で焼結を行ってもよい。

- 15 この場合、複数の治具の凹部にそれぞれ1つずつ成形体を配置して、この治具を積層することにより、1つの治具の凹部の壁面と、この1つの治具の上に積層された他の治具の底壁とにより囲まれた空間（ほぼ閉じた空間）に、成形体を配置することができる。また、このような複数の治具を積層して用いることにより、個々の成形体をほぼ閉じた空間に配置した状態で、一度に焼結することができる。したがって、窒化アルミニウム焼結体の製造工程の効率を向上させること
20 ができる。

また、治具の凹部の形状や深さを、成形体のサイズに合わせて適宜変更することで、上述した治具により囲まれた空間（閉じた空間）の体積に対する、焼結前の成形体の体積の割合を任意に変更することができる。

- 25 上記その他の局面またはまた別の局面に従った窒化アルミニウム焼結体の製造方法において、焼結工程では、複数の治具を積層した積層体をモリブデン（Mo）、タングステン（W）等の金属製のケースの内部に収納した状態で焼結を行ってもよい。

この場合、焼結の際に成形体の周囲の空間に、治具の外部から雰囲気ガスが過

度に流入する危険性をより確実に低減できる。したがって、この雰囲気ガスの過度の流入に起因した窒化アルミニウム焼結体に反りなどの変形が起きる可能性を低減できる。

この発明のその他の局面に従った治具は、窒化アルミニウム焼結体を製造するための焼結工程において用いる治具であって、窒化硼素を含む基体を備える。基体は、平板状の形状を有し、表面に窒化アルミニウム焼結体となるべき成形体を配置する凹部が形成されている。凹部の体積に対する成形体の体積の割合が10%以上70%以下となるように、凹部の寸法は決定されている。

このような治具を用いることにより、本発明による上記その他の局面またはまた別の局面に従った窒化アルミニウム焼結体の製造方法における焼結工程を容易に行うことができる。つまり、複数の上記治具を準備し、この治具の凹部のそれぞれに成形体を1つずつ配置した上で、複数の治具を積層して焼結を行なうことにより、この治具で囲まれた空間（1つの治具の凹部の壁面と、この治具の上に積層された他の治具の底壁とにより囲まれた空間）に成形体を配置した状態で成形体の焼結を行なうことができる。

また、治具の凹部の平面形状や深さを適宜変更することで、上記空間の体積と成形体の体積との割合を任意に変更できる。

また、上記空間の体積に対する成形体の体積の割合が上述のような範囲であれば、焼結工程において、成形体の周囲の雰囲気ガスの成分の分圧を適正化することができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明による窒化アルミニウム基板の実施の形態1を示す斜視模式図である。

図2は、図1に示した窒化アルミニウム基板におけるうねり高さを説明するための断面模式図である。

図3は、図1に示した窒化アルミニウム基板の反りを説明するための斜視模式図である。

図4は、図1に示した基板の製造方法を説明するためのフローチャートを示す

図である。

図 5 は、図 4 に示した焼結工程において用いる治具の斜視模式図である。

図 6 は、焼結される前の成形体を治具の凹部に搭載した状態を示す平面模式図である。

5 図 7 は、図 6 に示した成形体が搭載された治具を積層する状態を示す斜視模式図である。

図 8 は、図 7 に示すように治具を複数個積層することによって形成された治具の積層体の断面模式図である。

10 図 9 は、図 8 に示した治具の積層体のうちの 1 つの治具についての拡大断面模式図である。

図 10 は、図 8 に示したような治具の積層体をメタルケースに収納した状態を説明するための斜視模式図である。

図 11 は、本発明によるメタライズ基板を示す断面模式図である。

図 12 は、本発明によるヒータを示す平面模式図である。

15 図 13 は、図 12 の線分 X I I I - X I I I における断面模式図である。

図 14 は、各試料（基板）の表面に発熱体および電極部を形成するために用いたスクリーン印刷法を説明するための断面模式図である。

発明を実施するための最良の形態

20 以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付しその説明は繰返さない。

（実施の形態 1）

図 1 は、本発明による窒化アルミニウム基板の実施の形態 1 を示す斜視模式図である。図 2 は、図 1 に示した窒化アルミニウム基板におけるうねり高さを説明するための断面模式図である。図 3 は、図 1 に示した窒化アルミニウム基板の反りを説明するための斜視模式図である。図 1 ～図 3 を参照して、本発明による窒化アルミニウム基板の実施の形態 1 を説明する。

図 1 に示すように、本発明による窒化アルミニウム焼結体としての窒化アルミニウム基板 1 は、窒化アルミニウムを主成分とした焼結体からなる基板であっ

て、長さL、幅Wおよび厚みTを有する、平面形状が四角形状の基板である。窒化アルミニウム基板1における最大長さMLは、窒化アルミニウム基板1（以下基板1ともいう）の上部表面における対角線の長さに対応する。

5 基板1の最大長さMLは320mm以上となっている。このようにすれば、従来より大型の電子機器用基板やメタライズ基板を実現できる。最大長さMLは、好ましくは350mm以上であり、さらに好ましくは450mm以上である。また、基板1の厚みTは0mm超え2mm以下である。このようにすれば、本発明による基板1をヒータなどの基板として容易に適用できる。なお、厚みTは、好ましくは1.5mm以下であり、より好ましくは1.0mm以下である。

10 また、図1に示した基板1におけるうねり高さ（以下、うねりとも言う）は0 μ m以上100 μ m以下である。基板1においては、好ましくはうねり高さが75 μ m以下であり、さらに好ましくは50 μ m以下である。ここで、うねり高さとは、図2に示すように、基板1の表面において局所的に凸形状となっている凸部2（表面側へとうねって突出した形状となっている部分）について、凸部2以外
15 外の基板表面部3から凸部2の最も高くなった部分までの高さHであって、基板1の表面の複数箇所について、その表面の変位を測定したうちの最も大きな凸部2における高さH（最も大きな高さH）をいう。うねり高さは、基板1の表面の変位をレーザ変位計や触針式変位計などで測定することにより容易に測定できる。

20 また、基板1において、反りは0 μ m/mm以上2 μ m/mm未満である。反りの値は、好ましくは1.5 μ m/mm未満であり、より好ましくは1.0 μ m/mm未満である。ここで、反りの値は以下のようにして求める。すなわち、図3に示すように、レーザ変位計や触針式変位計により矢印4a～4dに示したような経路について基板1の表面の変位を測定する。そして、この測定結果から、
25 基板1の表面の最も低くなった部分と最も高くなった部分との間の差を求める。さらに、この差の値を基板1の最大長さML（図1参照）で割る。この結果、基板1の反りの値を得る。

上述のように、本発明による基板1は、大きなサイズであるものの反りやうねり高さ（うねり）が小さい。つまり、本発明による基板1は大面積を有するとと

もに優れた平坦性を備える。ここで、レーザプリンタや複写機のヒータなどの電子部品を構成する基板として基板1を適用する場合を考える。ヒータの発熱体や電極などをスクリーン印刷法を用いて基板1の表面に形成する場合、基板1に反りなどが発生していると、正常に発熱体などを基板1の表面に形成できない場合がある。しかし、本発明による基板1を用いれば、基板1が優れた平坦性を備えるため、スクリーン印刷法により正確に発熱体となるべき導電性ペーストなどを基板1の表面に転写できる。そのため、発熱体などの形成不良といった問題の発生を抑制できる。

また、スクリーン印刷法を行なう際に基板1が反っていると、基板1の割れ、あるいはスクリーンの損傷といった問題が発生するおそれがある。しかし、本発明による基板1を用いることでこのような問題の発生を抑制することができる。この結果、ヒータなどの製造コストを低減することができる。

また、本発明による基板1を用いれば、大面積のメタライズ基板やヒータを容易に実現できる。なお、基板1の平面形状は、図1に示したような四角形状以外のどのような形状であってもよい。また、本発明による窒化アルミニウム焼結体の形状として、棒状の形状を採用してもよい。

また、図1に示した本発明による基板1は、熱伝導率が $50\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上 $250\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下である。また、好ましくは、熱伝導率が $80\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上 $200\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下、より好ましくは $85\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上 $105\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下である。このようにすれば、図1に示した基板1をヒータの基板などに適用する場合に、基板1全体への熱拡散を十分速くすることができるとともに、ヒータを構成する発熱体へと電流を供給する電極部などがヒータの熱によって損傷を受けるといった問題の発生を抑制できる。

ここで、熱伝導率が $50\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 未満である場合には、基板1における熱の拡散速度が不十分となり、基板1全体の温度を均一に保つことが難しい。また、熱伝導率が $250\text{ W/m}\cdot\text{K}$ を超えるような場合には、基板1における熱の拡散速度が速すぎるため、基板1をヒータの基板として用いる際、発熱部で発生した熱が基板1を伝わって、発熱部へと電流を供給するための電極部やその他の基板1表面に形成された周辺回路部品に容易に伝わることになる。そして、電極部な

どが発熱体からの熱によって過剰に加熱されることにより、電極部に接続されたリード線や電極部周辺に位置する周辺回路部品などがこの熱によって損傷を受ける可能性がある。

また、基板1の表面粗さはRaで1.0 μm 以下であることが好ましく、より好ましくはRaで0.4 μm 以下である。このようにすれば、基板1の表面にヒータを構成する発熱体、あるいはメタライズ層などを形成する際、発熱体やメタライズ層と基板1の表面との間の密着性を向上させることができる。

また、基板1の抗折強度は、三点曲げ強度で200MPa以上であることが好ましい。このようにすれば、基板1の表面にメタライズ層などを形成する処理を行なう場合や、メタライズ基板またはヒータを機械的負荷（荷重）が加えられた状態で使用する場合においても基板1が割れるといった事故の発生確率を低減できる。

次に、図4～図10を参照して、図1に示した窒化アルミニウム基板の製造方法を説明する。図4は、図1に示した基板の製造方法を説明するためのフローチャートを示す図である。図5は、図4に示した焼結工程において用いる治具の斜視模式図である。図6は、焼結される前の成形体を治具の凹部に搭載した状態を示す平面模式図である。図7は、図6に示した成形体が搭載された治具を積層する状態を示す斜視模式図である。図8は、図7に示すように治具を複数個積層することによって形成された治具の積層体の断面模式図である。図9は、図8に示した治具の積層体のうちの1つの治具についての拡大断面模式図である。図10は、図8に示したような治具の積層体をメタルケースに収納した状態を説明するための斜視模式図である。

図4に示すように、図1に示した基板1の製造方法では、まず原料準備工程（S100）を実施する。原料準備工程（S100）においては、基板1を構成する主原料である窒化アルミニウムの粉末、さらに助剤（焼結助剤）やバインダーなど必要な原料を準備する。窒化アルミニウムの粉末としては、市販の窒化アルミニウム粉末を利用できる。たとえば、原料として用いる窒化アルミニウム粉末の平均粒径は0.1 μm 以上5 μm 以下であってもよい。また、原料としての窒化アルミニウム粉末の酸素含有率は0.1%以上2.0%以下であってもよい。

く、炭素含有率は1000ppm以下であってもよい。また、原料として用いる窒化アルミニウム粉末の比表面積は $1.0\text{ m}^2/\text{g}$ 以上 $5.0\text{ m}^2/\text{g}$ 以下であってもよい。

また、助剤（焼結助剤）としては、周期律表の2A族または3A族の元素のうち、
5 ちの少なくとも1つ以上を含む材料を用いることができる。たとえば、 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Nd_2O_3 、 CaO などを用いることができる。助剤の配合量については、形成される基板1において上述の2A族または3A族の元素の含有率が0.1wt%以上10wt%以下となるように助剤の配合量を決定することが好ましい。

このような助剤を用いれば、焼結温度を低減することができるとともに、形成
10 される基板1（図1参照）における窒化アルミニウムの平均粒径を小さくすることができ、基板1をヒータとして用いる場合に、基板1の表面に金属などの発熱体を形成する際、基板1の表面に対する発熱体の濡れ性を向上させる作用がある。この場合、発熱体の材料としては、たとえばタングステン、モリブデン、銀または銀合金を用いることが好ましい。

また、助剤の成分としてケイ素（Si）やアルミニウム（Al）を含んでもよい。
15 このような成分を有する助剤を用いることにより、形成された基板にアルミニウムの酸化物やケイ素あるいはケイ素化合物が含まれることになる。これらのアルミニウム酸化物などは、基板1の表面にメタライズ層などを形成する場合、このメタライズ層と基板1との密着性を向上させる効果がある。また、基板1に
20 おける色むらを低減するために、助剤の成分として、遷移元素のうちの少なくとも1種を含んでもよい。

また、バインダとしては、有機溶剤を分散媒に用いるものとして、アクリル系、ポリビニルブチラール系、セルロース系バインダなどを用いることができる。また、水を分散媒として用いるバインダとしては、ポリビニルアルコール系、アクリル系、ウレタン系、酢酸ビニル系バインダなどを用いることができる。
25 なお、この他にもスラリー（上述した原料や溶媒などを混合した液体）の安定性や、セラミック粒子（窒化アルミニウムなど）の分散性を向上させたり、スラリーから形成されるグリーンシートの柔軟性を向上させるため、分散剤や可塑剤などを原料に添加してもよい。

次に、混合工程（S200）（図4参照）を実施する。この混合工程（S200）では、上述した原料と助剤、溶媒、可塑剤さらには分散剤などを混合してスラリー等の原料混合物を作製する。混合方法としては、一般的な混合方法（たとえば、ボールミル混合など）を用いることができる。上述した原料準備工程（S100）および混合工程（S200）が、原料を準備する工程に対応する。

次に、成形工程（S300）（図4参照）を実施する。シート状の成形体を形成する工程あるいは成形体を準備する工程としての成形工程（S300）においては、基板1（図1参照）となるべきシート状の成形体を作製する。ここで、成形体の作成方法としては、ドクターブレード法、押出法、ロールコンパクション法などの一般的なシート成形法を用いることができる。

次に、作製した成形体を表面が平坦なステンレス鋼製のメッシュトレイ上に搭載して自然乾燥させる乾燥工程（S400）（図4参照）を実施する。ここで乾燥工程（S400）における自然乾燥を行なう時間は1時間以上である。なお、自然乾燥する時間は、好ましくは10時間以上、より好ましくは20時間以上である。また、自然乾燥を行なう際の雰囲気条件としては、雰囲気温度が0℃以上40℃以下、より好ましくは15℃以上25℃以下である。

このようにすれば、成形体に含まれる溶剤や水分が、比較的低い速度で成形体全体から十分に揮発する。この結果、成形体の乾燥に伴う収縮を、成形体全体において均一化することができる。したがって、シート状の成形体内において歪みの発生がほとんどないので、後工程である脱バインダ工程（S500）（図4参照）および焼結工程（S600）（図4参照）において、成形体や焼結後の基板に反りやうねりが発生する危険性を低減できる。

次に、脱バインダ工程（S500）（図4参照）を実施する。バインダを除去する工程としての脱バインダ工程（S500）においては、上述の乾燥工程（S400）において自然乾燥させた成形体を、後述する焼結工程（S600）において用いる治具5（図5参照）の凹部6（図5参照）に1枚ずつ搭載した状態で、所定時間加熱する。この結果、成形体からバインダを揮発させて除去できる。加熱条件としては、加熱温度を400℃以上900℃以下とし、加熱時間を5時間以上200時間以下とすることができる。

次に、焼結工程（S 6 0 0）（図 4 参照）を実施する。ここで、焼結工程（S 6 0 0）に用いる加熱炉としては、オールカーボン炉やオールメタル炉またはこれらの組合せを用いることができる。加熱炉として、好ましくはオールメタル炉を用いる。なお、ここでオールメタル炉とは、ヒータや加熱炉の加熱チャンバ内の構成材などを（図 5 に示すような治具を除いて）モリブデン（Mo）やタングステン（W）などの高融点金属材料によって構成した加熱炉を意味する。このようなオールメタル炉を用いれば、焼結中に加熱チャンバ内の雰囲気は炭素を過度に含む雰囲気となることを防止できる。一方、オールカーボン炉（ヒータや加熱チャンバ内の構成材料として炭素系材料を用いた炉）を使って焼結を行なうと、
5 焼結時の加熱チャンバ内の雰囲気が炭素を含む雰囲気となる。そして、焼結される成形体に由来する酸素が加熱チャンバ内で上記炭素雰囲気中の炭素と反応することにより、一酸化炭素や二酸化炭素が生成される。このような場合、焼結体において反りなどの変形や色むらが生じ易いことを発明者は実験により見出した。一方、オールメタル炉を用いて焼結を行なうことにより、上記のような問題の発生を抑制できる。
10 15

なお、焼結工程（S 6 0 0）における焼結条件としては、焼結温度を 1 6 0 0℃以上 1 9 0 0℃以下とし、雰囲気を常圧の窒素雰囲気として、焼結時間を 3 時間以上 1 0 0 時間以下とすることができる。

そして、図 1 に示した基板 1 の製造方法では、焼結工程（S 6 0 0）（図 4 参照）において、焼結される成形体が図 5 に示すような治具に搭載されている。図 5 に示すように、治具 5 は窒化ホウ素（BN）製の治具であって、その基体の外形はほぼ平板状であり、基体の上部表面に凹部 6 が形成されている。具体的には、治具 5 は、長さ J L、幅 J W、高さ J T の平板であって、上部表面に長さ D L、幅 D W、深さ D T という凹部 6 が形成されている。凹部 6 は、焼結対象である成形体をその内部に配置するためのものである。
20 25

このような治具 5 を複数個準備し、この治具 5 の凹部 6 の内部に、図 6 に示すように成形体 2 2 を配置する。このとき、治具 5 の凹部 6 の側壁と成形体 2 2 との間の距離 L 1 ～ L 4 は、それぞれ 5 mm 程度とすることができる。そして、準備した複数の治具 5 a（図 6 参照）のそれぞれにおいて、1 枚ずつ成形体 2 2 を

凹部 6 の内部に配置する。さらに、図 7 に示すように、成形体 2 2 が凹部の内部に配置された治具 5 a を、同様に凹部の内部に成形体 2 2 が配置された治具 5 b の上に積層する。このようにして、複数の治具を図 7 に示したように順次積層していく。また、一番上に積層された治具 5 a (図 8 参照) の上には、治具 5 a と
5 同じ材料からなる窒化硼素製の蓋 2 3 が配置される。この結果、図 8 に示すように、その凹部の内部に成形体 2 2 が配置された複数の治具 5 a ~ 5 g および蓋 2 3 を積層した治具の積層体 7 を構成できる。

なお、図 8 に示すように、治具 5 a ~ 5 g の凹部の内部に配置された成形体 2 2 を押圧するような部材は特に存在しないので、成形体 2 2 には自重のみが作用
10 している。また、治具 5 a ~ 5 g のそれぞれについて、成形体 2 2 を搭載する凹部の底壁および側壁の表面は、成形体 2 2 を搭載する前に研磨加工を行なうことが好ましい。特に凹部 6 (図 6 参照) の底壁面は、研磨加工を行なうことによりある程度の平坦性を確保してもよい。また、この研磨加工によって、既に成形体
15 2 2 の焼結工程において一度使用した治具 5 a ~ 5 g について、凹部 6 (図 6 参照) の内部に異物などが付着しているような場合に、その異物を除去することもできる。

図 8 に示すように、積層体 7 においては、治具 5 a ~ 5 g を積層することによって、成形体 2 2 が配置された凹部の内部の空間 8 (図 9 参照) を、治具の積層体 7 の外側の空間から隔離された、ほぼ閉ざされた空間 (閉空間) とすることが
20 できる。図 9 に示すように、成形体 2 2 は閉ざされた空間となっている凹部 6 の内部の空間 8 (治具 5 g の凹部 6 の壁面および治具 5 g 上に積層された治具 5 f (図 8 参照) の底壁により囲まれた空間) に配置されることになる。本発明における焼結工程 (S 6 0 0) (図 4 参照) では、成形体 2 2 を配置していない状態での空間 8 の体積に対する、焼結前の成形体 2 2 の体積の割合を 1 0 % 以上 7
25 0 % 以下とする。つまり、上記割合が 1 0 % 以上 7 0 % 以下となるように、治具 5 a ~ 5 g の凹部 6 の寸法は決定されている。また、好ましくは上記割合を 2 0 % 以上 6 0 % 以下とする。また、凹部 6 の寸法を変更することにより、上記割合は成形体に合せて、また任意に変更することができる。

このように、1 つの成形体 2 2 が配置された空間 8 を、治具の積層体 7 (図 4

参照)の外部の空間からほぼ隔離された閉ざされた空間(閉空間)とすることにより、焼結の際の雰囲気ガス(たとえば窒素ガス)が焼結工程中に治具の積層体7の外部から空間8の内部へ過度に流れ込むことを抑制できる。この結果、雰囲気ガスの流れが成形体22の形状に影響を及ぼす危険性を低減できる。また、ほぼ閉ざされた空間である空間8の体積に対する成形体22の体積の割合を上述の
5 ような範囲とすることにより、空間8内部の雰囲気ガスにおける成分間の分圧(たとえば窒素と炭素を含むガスの分圧)を適正化することができる。この結果、焼結することによって得られる基板1(図1参照)における反りやうねり高さを小さくすることができる。

- 10 そして、図10に示すように、治具5a~5k、5m~5pを積層した治具の積層体は、金属製のケースとしてのメタルケース11の内部に収納される。ここで、メタルケース11は、メタルケース本体9と蓋10とからなる。治具の積層体はメタルケース本体9の内部へと挿入される。さらに、メタルケース本体9の内部に治具5a~5k、5m~5pの積層体を挿入した開口部を塞ぐように、メ
15 タルケースの蓋10を配置する。このメタルケース11を構成する材料としては、たとえばモリブデン(Mo)を用いることができる。

そして、このようなメタルケースを加熱炉の内部に配置した状態で、成形体22(図8参照)の焼結を行なう。この結果、成形体22(図8参照)の周囲に雰囲気ガスが過度に流入する危険性をより低減できる。そのため、ほとんど反りな
20 どの発生しない状態で、成形体22を焼結することができる。

また、上述したように本発明における基板1の厚みは2mm以下としているが、このような製造方法を適用することによって基板1の厚みT(図1参照)を1mm以下としてもほとんど反りが発生しない。一般に、基板の厚みTが薄いほど基板1において反りが発生しやすくなるが、本発明によれば、このような反り
25 の発生を抑制することができる。

次に、図4に示すように研磨工程(S700)を実施する。この研磨工程(S700)においては、焼結工程(S600)において得られた窒化アルミニウムの焼結体からなる基板の表面を所定の厚みだけ研磨することにより除去する。このようにして、図1に示したような基板1を得ることができる。

なお、研磨工程（S 7 0 0）における基板の表面研磨代（削り代）は一方の表面につき $10\ \mu\text{m}$ 以下とすることができる。これは、本発明による基板 1 の製造方法において、焼結工程（S 6 0 0）後の基板の反りやうねりが小さいために可能な値である。すなわち、本発明による基板 1 は焼結工程（S 6 0 0）直後においても十分小さな反りやうねりの値を示すため、必要な平坦性（反りやうねり高さの値）を有する基板を得るための削り代を十分小さくすることができる。また、基板 1 の用途によってはこの研磨工程を省いても構わない。

一方、焼結工程（S 6 0 0）直後における反りやうねりが相対的に大きい基板においては、必要な平坦性を実現するため、予め基板の厚みを厚くした状態で焼結工程（S 6 0 0）を行ない、必要な平坦性を実現するために削り代を多くするといった手法をとる場合がある。このような場合、削り代が多くなることから製造に要する時間や材料コストなどが増大する。このような場合に比べて、本発明による窒化アルミニウム基板の製造方法では、製造コストを低減することができる。

また、研磨工程（S 7 0 0）においては、たとえば砥粒を含有した変形可能な円柱状や円盤状の回転体の円周部によって、焼結された基板の表面を研磨してもよい。回転体は、砥粒を保持できかつ変形可能であるものであればどのようなものを用いてもよい。たとえば、回転体として織布あるいは不織布、プラスチックフォーム（発泡プラスチックあるいはスポンジ）、ラバーフォーム（スポンジゴム）などを用いることができる。このような回転体を構成する物質は、従来の研磨砥石やバレル研磨の研磨剤と比較して圧力に対して極めて変形しやすいような物質である。また、回転体に保持する砥粒としては、従来から用いられているアルミナや炭化ケイ素などの砥粒を用いることができる。

このような研磨工程（S 7 0 0）を行なうことにより、基板 1（図 1 参照）の表面粗さを R_a で $1.0\ \mu\text{m}$ 以下とすることができる。また、好ましくは基板 1 の表面粗さは R_a で $0.4\ \mu\text{m}$ 以下とする。このようにすれば、ヒータなどの基板として基板 1（図 1 参照）を用いる場合に、基板 1 の表面上に形成される発熱体と基板 1 の表面との間の密着性を向上させることができる。

なお、図 1 に示した基板 1 をたとえばセラミックヒータの基板として用いるよ

うな場合、基板 1 は窒化アルミニウムに加えて、周期律表の 2 A 族および 3 A 族に含まれる元素またはその化合物を含んでいてもよい。また、基板 1 は、ケイ素元素換算で 0.01 wt % 以上 0.5 wt % 以下のケイ素またはケイ素化合物を含有していてもよい。この場合、基板 1 は、遷移元素のうちの少なくとも 1 種の元素またはその化合物を、当該元素換算で 0.01 wt % 以上 1 wt % 以下含有していてもよい。

また、上述した周期律表の 2 A 族元素またはその化合物および 3 A 族元素またはその化合物は、難焼結性物質である窒化アルミニウムの焼結を促進する焼結助剤として作用する。すなわち、これらの元素または化合物は、基板 1（図 1 参照）の主原料である窒化アルミニウム粉末の粒子表面に存在する酸化物（アルミナ）と反応して液相を形成する。この液相が窒化アルミニウム粒子同士を結合させるので、結果的に窒化アルミニウムの焼結を促進させることになる。上述した元素または化合物の含有率は、通常の焼結助剤としての含有率であればよい。具体的には、上述した元素または化合物の含有率は、元素換算の合計で 0.1 wt % 以上 10 wt % 以下とすることが好ましい。

また、基板 1 においては、基板 1 を構成する窒化アルミニウムの粒径を小さくすることが好ましい。このようにすれば、焼結体である基板 1 の表面において析出する助剤成分の分布が均一かつ密になる。この結果、基板 1 の表面上に発熱体および電極などを形成する場合、発熱体および電極と基板 1 の表面との密着性をより良好にすることができる。

一方、窒化アルミニウムの粒径が相対的に大きくなる場合、基板 1 の表面粗さが粗くなる。このため、たとえば発熱体が形成された基板 1 の表面とは反対側に位置する裏面を被加熱物に対向させて伝熱面とする場合、ヒータの電熱面（裏面）と被加熱物との間に局所的に大きな隙間が形成される場合がある。この結果、ヒータから被加熱物への伝熱効率が低下するといった問題が発生するおそれがある。

さらに、ヒータと被加熱物とが相互に摺動する場合、窒化アルミニウムの粒径が大きいと、基板 1 の表面から窒化アルミニウムの粒子が脱落する脱粒が発生しやすくなる。そして、このような脱落した粒子によって被加熱物に損傷が発生す

るおそれがある。このため、基板 1 を構成する窒化アルミニウム粒子の平均粒径としては $4.0 \mu\text{m}$ 以下とすることが好ましく、より好ましくは $3.0 \mu\text{m}$ 以下である。

ここで、基板 1 のような窒化アルミニウム焼結体における窒化アルミニウム粒子は、焼結温度が高いほど粒成長が進むことになり、その粒径が大きくなる。このため、窒化アルミニウムの粒径を小さくするためには、できるだけ焼結温度を低くすることが好ましい。このためには、原料準備工程 (S 1 0 0) (図 4 参照) において準備する焼結助剤として、短周期型の周期律表における 2 A 族の元素と 3 A 族の元素またはこれらの化合物を併用することにより、上述した液相の出現温度を低下させることが好ましい。この結果、焼結温度を低下させることができる。

この場合、すでに述べたように 2 A 族のカルシウム (Ca)、3 A 族のイットリウム (Y)、ネオジム (Nd) およびイッテルビウム (Yb) またはこれらの化合物を助剤として用いることが好ましい。特に、上述した元素を併用することが好ましい。これらの元素を含む焼結助剤を用いることによって、焼結工程 (S 6 0 0) (図 4 参照) における焼結温度を 1800°C 以下とすることができる。この結果、形成される基板 1 (図 1 参照) における窒化アルミニウムの平均粒径を $4.0 \mu\text{m}$ 以下とすることができる。

(実施の形態 2)

図 1 1 は、本発明によるメタライズ基板を示す断面模式図である。図 1 1 を参照して、本発明によるメタライズ基板を説明する。

図 1 1 に示すように、メタライズ基板 1 2 は、窒化アルミニウムを主成分とする焼結体からなる窒化アルミニウム基板 1 (基板 1) と、この基板 1 の表面上に形成されたメタライズ層 1 3 とを備える。基板 1 は、図 1 に示した本発明による窒化アルミニウム基板の実施の形態 1 を用いることができる。メタライズ基板 1 2 の反りは $0 \mu\text{m}/\text{mm}$ 以上 $5 \mu\text{m}/\text{mm}$ 以下である。なお、反りの定義は本発明の実施の形態 1 における基板 1 での反りと定義と同様である。

このように、図 1 に示した最大長さ ML (図 1 参照) が 320mm 以上というような大型の基板 1 を用いてメタライズ基板 1 2 を形成することにより、このメ

タライズ基板 1 2 を用いて大型の電子部品を作製することが可能となる。また、このような大型のメタライズ基板 1 2 を分割して小型基板を作製することもできるが、このような大型のメタライズ基板 1 2 からは従来に比べてより多くの小型基板を切出すことができる。したがって、小型基板およびこの小型基板を用いた

5 電子部品の製造コストを低減できる。

メタライズ層 1 3 を構成する金属材料としては、どのような金属を用いてもよいが、好ましくは高融点金属を用いる。たとえば、メタライズ層 1 3 として、タングステン (W)、モリブデン (Mo) またはタングステンおよびモリブデンの合金を主体とした層を形成することができる。

- 10 図 1 1 に示したようなメタライズ基板 1 2 の製造方法としては、従来の製法を用いることができる。具体的には、図 1 1 に示したメタライズ基板の製造方法として、コファイアメタライズ法とポストファイアメタライズ法とを挙げることができる。コファイアメタライズ法によるメタライズ基板 1 2 の製造方法は、図 4 に示す焼結工程 (S 6 0 0) を実施する前の成形体の表面の少なくとも一部にタ
15 ングステンやモリブデンを主体とする高融点金属を主成分とするペーストを予め塗布する。そして、このような高融点金属を主成分とするペーストが塗布された成形体を本発明の実施の形態 1 に示した製造方法に従って焼成することにより、窒化アルミニウム焼結体を形成すると同時に、その表面にメタライズ層 1 3 (高融点金属化層) を形成する。

- 20 また、ポストファイアメタライズ法によって図 1 1 に示したメタライズ基板 1 2 を形成する場合、図 4 に示した焼結工程 (S 6 0 0) 後の窒化アルミニウム焼結体の表面上にタングステンおよびモリブデンなどを主体とする高融点金属を主成分とするペーストを塗布する。そして、このようなペーストの塗布された窒化アルミニウム焼結体をさらに焼成することによって、窒化アルミニウム焼結体か
25 らなる基板 1 の表面上にメタライズ層 (高融点金属化層) 1 3 を形成する。

このようにして、図 1 1 に示したメタライズ基板 1 2 を得ることができる。

(実施の形態 3)

図 1 2 は、本発明によるヒータを示す平面模式図である。図 1 3 は、図 1 2 の線分 X I I I - X I I I における断面模式図である。図 1 2 および図 1 3 を参照

して、本発明によるヒータ 14 を説明する。

図 1 2 および図 1 3 に示すように、本発明によるヒータ 14 は、窒化アルミニウム焼結体からなる基板 1 と、基板 1 の上部表面上に形成されたメタライズ層としての発熱体 1 6 と、発熱体 1 6 を覆うように配置された絶縁層 1 7 とを備える。また、基板 1 の上部表面上には電極部 1 5 a、1 5 b が形成されている。発熱体 1 6 が形成された基板 1 としては、本発明の実施の形態 2 におけるメタライズ基板を用いることができる。ヒータ 14 の反りは $0 \mu\text{m}/\text{mm}$ 以上 $5 \mu\text{m}/\text{mm}$ 以下となっている。

このように、本発明による基板 1 を用いてヒータ 14 を形成することにより、大型のヒータを作製することができる。また、複数の小型のヒータを形成するため、基板 1 の表面上に複数の発熱体を配置することによって、1 つの基板 1 から小型のヒータを複数個作製することもできる。そして、基板 1 のサイズが従来に比べて十分大きいので、1 つの基板 1 から形成することができる小型のヒータの数を増やすことができるので、ヒータの製造コストを低減することができる。

発熱体 1 6 は、上述した本発明の実施の形態 2 におけるメタライズ基板におけるメタライズ層 1 3 (図 1 1 参照) を形成した形成方法と同様の方法により形成することができる。また、発熱体 1 6 を構成する材料としては、タングステンやモリブデンのような高融点金属を用いてもよいし、銀または銀合金などを用いてもよい。

発熱体 1 6 として、銀を主成分とするメタライズ層 (金属化層) を用いる場合、このメタライズ層 1 3 は亜鉛 (Zn) および銅 (Cu) を含んでもよい。亜鉛の含有率は、ZnO に換算して $0.1 \text{ wt} \%$ 以上 $3.0 \text{ wt} \%$ 以下とすることが好ましい。また、銅の含有率は CuO に換算して $0.1 \text{ wt} \%$ 以上 $3.0 \text{ wt} \%$ 以下であることが好ましい。また、この銀を主成分とするメタライズ層は、さらにホウ素の酸化物を含有していてもよい。この場合、ホウ素の含有率は B_2O_3 に換算して $0 \text{ wt} \%$ 以上 $2.0 \text{ wt} \%$ 以下であることが好ましい。また、ホウ素、亜鉛および銅の上記各酸化物に換算した含有率の合計は、 $0.2 \text{ wt} \%$ 以上 $5.0 \text{ wt} \%$ 以下とすることが好ましい。

また、発熱体 1 6 として、銀とパラジウムとを主成分とした層を用いてもよ

い。この銀とパラジウムとを主成分とした層は、ホウ素（B）、鉛（Pb）、クロム（Cr）およびカルシウム（Ca）のそれぞれの酸化物を含有していてもよい。この場合、銀およびパラジウムを主成分とするメタライズ層中に含まれるホウ素、鉛、クロムおよびカルシウムの含有率は、ホウ素が B_2O_3 に換算して0.3 wt%以上5.0 wt%以下、鉛がPbOに換算して0.3 wt%以上5.0 wt%以下、クロムが Cr_2O_3 に換算して0.1 wt%以上3.0 wt%以下、およびカルシウムがCaOに換算して0.1 wt%以上2.5 wt%以下であることが好ましい。

そして、銀とパラジウムとを主成分とするメタライズ層は、さらにアルミニウム（Al）、ニッケル（Ni）およびビスマス（Bi）から選ばれた少なくとも1種の元素の酸化物を含んでいてもよい。これらの各元素の含有率は、アルミニウムが Al_2O_3 に換算して0 wt%以上1.0 wt%以下、ニッケルがNiOに換算して0 wt%以上0.5 wt%以下、およびビスマスが Bi_2O_3 に換算して0 wt%以上0.5 wt%以下とすることが好ましい。さらに、アルミニウム、ホウ素、鉛、クロム、ニッケル、ビスマスおよびカルシウムの上記各酸化物に換算した場合の含有率の合計は、1.0 wt%以上10 wt%以下の範囲とすることが好ましい。

また、絶縁層17は、図13に示すように発熱体16の全体を覆うように形成してもよいし、発熱体16の一部分を覆うように形成してもよい。絶縁層17としては電気絶縁性のガラス層を用いることができる。このガラス層は亜鉛（Zn）、ケイ素（Si）、鉛（Pb）およびマンガン（Mn）の各酸化物を含有していてもよい。また、このガラス層に含まれる亜鉛、ケイ素、鉛およびマンガンの含有率は、亜鉛がZnOに換算して50 wt%以上85 wt%以下、ケイ素が SiO_2 に換算して5.0 wt%以上30 wt%以下、鉛がPbOに換算して3.0 wt%以上15 wt%以下、およびマンガンがMnOに換算して1.0 wt%以上10 wt%以下であることが好ましい。

上述した亜鉛、ケイ素、鉛およびマンガンのそれぞれの酸化物は、いずれもカルシウム、イットルビウムおよびネオジムの各化合物を含有する窒化アルミニウム焼結体に対して良好な濡れ性を示す。そのため、上述の酸化物を絶縁層17

(図 1 3 参照) に適用した場合、絶縁層 1 7 と窒化アルミニウム焼結体からなる基板 1 との良好な密着性を実現することができる。

また、上述した酸化物を適用した絶縁層 1 7 は、熱膨張係数が $3.7 \times 10^{-6} \sim 5.0 \times 10^{-6}$ と窒化アルミニウム焼結体の熱膨張係数に比較的近い。このため、
5 絶縁層 1 7 を形成する際に、基板 1 において発生する反りの大きさを小さくすることができる。

また、絶縁層 1 7 の組成が上述したような組成範囲内である場合には、発熱体 1 6 として銀または銀-鉛合金を主成分とする材料を用いた際、この発熱体 1 6 の焼成温度である $800 \sim 900^{\circ}\text{C}$ よりも 100°C 程度低い温度、すなわち 700°C 前後の温度で絶縁層 1 7 を焼成することができる。このように比較的低温で絶縁層 1 7 を焼成することができるので、絶縁層 1 7 の焼成に伴って発熱体 1 6 に含まれるガラス成分と絶縁層 1 7 に含まれるガラス成分とが焼成工程において混じることに起因してメタライズ層である発熱体 1 6 上に発泡を生じるといった問題の発生を抑制できる。

15 また、図 1 2 および図 1 3 に示したヒータ 1 4 においては、基板 1 の表面に発熱体 1 6 が線状に形成されているが、発熱体を基板 1 の表面を覆うように面状の形態を有するように形成してもよい。この発熱体 1 6 としては、たとえば、銀、白金、パラジウム、ルテニウムなどの貴金属およびそれらの合金および化合物からなる群から選択された少なくとも 1 つを含む層あるいは上述の群から選ばれた
20 金属の少なくとも 1 種を含む複合体を用いることができる。また、発熱体 1 6 を構成する材料として、ケイ素の炭化物、周期律表における 4 A 族～6 A 族に含まれる元素単体、ならびにこれらの各元素の炭化物、窒化物、ホウ化物、および珪化物からなる群から選択される少なくとも 1 種を含む複合体を用いてもよい。

また、図 1 2 および図 1 3 に示したヒータ 1 4 を構成する基板 1 の厚みは 0.4 mm 以上 2.0 mm 以下とすることが好ましい。また、基板 1 は、窒化アルミニウム焼結体からなり、この基板 1 における窒化アルミニウムの粒子の平均粒径は $6.0 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

また、図示していないが、ヒータ 1 4 の温度を制御する制御回路や制御素子は、発熱体 1 6 が形成された基板 1 の表面と同一の表面上に形成することが好ま

しい。また、ヒータ 1 4 の温度を検知する素子やこのヒータの温度を検知する素子を制御するための制御回路は、発熱体 1 6 が形成された基板 1 とは異なる別の基板上に形成され、その別の基板が発熱体 1 6 の直上に設けられていてもよい。

- また、図 1 2 および図 1 3 に示したように、最大長さが 3 2 0 mm 以上の基板 1 の表面上に直接発熱体 1 6 や絶縁層 1 7 を形成した大面積のヒータ 1 4 を形成してもよいが、基板 1 を分割して 1 枚の大面積の基板 1 から複数のヒータを製造してもよい。

- 本発明によるヒータ 1 4 (図 1 2 参照) は、たとえば複写機やプリンタなどで用いられる紙などの転写材の表面に形成されたトナー画像を定着させるための加熱定着装置に適用することもできる。また、半導体デバイスや光デバイス等の各種固体、大気や種々のガスなどの各種気体および水や種々の溶液などの各種液体の加熱装置に適用することもできる。

実施例

15 (実施例 1)

本発明の効果を確認するため、以下に述べるように試料を準備し、各種測定を行なった。まず、表 1 に示すような成分を含む原料-1 ~ 原料-3 を準備した。

表 1

原料名	(wt%)						
	主原料 AlN	助剤 Y ₂ O ₃	助剤 Nd ₂ O ₃	助剤 Yb ₂ O ₃	助剤 Al ₂ O ₃	助剤 SiO ₂	助剤 CaO
原料-1	97.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
原料-2	96.80	0.00	0.90	1.00	0.90	0.20	0.20
原料-3	98.48	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00	0.02

- 次に、上述の原料-1 ~ 原料-3 を用いて、本発明の実施の形態 1 において説明した製造方法により、後述する表 2 ~ 表 4 に示すように試料 No. 1 ~ 試料 No. 69 という 69 種類の試料を準備した。各試料については、そのサイズ (基板長さ、基板幅、基板厚み (厚み))、乾燥工程 (S 4 0 0) (図 4 参照) における乾燥時間、焼結工程 (S 6 0 0) (図 4 参照) における閉空間体積比率 (図

9に示した空間8の体積に対する成形体22の体積の比率)を、表2～表4に示すようにそれぞれ異なる値としている。なお、各試料についての他の製造条件は以下の通りである。

すなわち、原料準備工程(S100)(図4参照)として、上述のように表1
5に示した原料-1～原料-3を準備する。次に、上記原料-1～原料-3の成分と溶媒などをそれぞれ混合する混合工程(S200)(図4参照)を実施する。そして、成形工程(S300)(図4参照)として、混合した原料から試料No. 1～試料No. 69となるべきシート状の成形体を作成する。なお、厚みが1mm未満の成形体についてはドクターブレード法により、また、厚みが1m
10m以上の成形体については押出法により成形体を作製した。

次に、乾燥工程(S400)(図4参照)として、各試料となるべき成形体について、表2～表4に示した乾燥時間だけ自然乾燥を行なった。次に、各試料に対して、表2～表4に示した閉空間体積比率を満足するような凹部が形成された、図5に示すような窒化ホウ素(BN)製の治具を準備し、その治具にそれぞれ成形体を配置した。そして、脱バインダ工程(S500)(図4参照)として、加熱温度850℃、窒素雰囲気という条件で脱バインダ工程を行なった。なお、加熱温度としては400℃以上900℃以下という温度範囲の値を用いることができる。

次に、焼結工程(S600)(図4参照)として、脱バインダ工程(S50
200)を行なった各成形体に対して、加熱温度1700℃、雰囲気圧力を常圧とし、雰囲気を窒素雰囲気として、10時間焼結を行なった。なお、焼結時間としては2時間以上30時間以下であればよい。

次に、研磨工程(S700)(図4参照)として、得られた焼結体の表面に研磨加工を施した。この研磨加工において除去された部分の厚み(削り代)は3μ
25m以下であった。

そして、このようにして得られたそれぞれの試料について、反りおよびうねりを測定した。反りおよびうねりの測定方法は、本発明の実施の形態1において説明した方法を用いた。各試料のサイズおよび製造条件と、反りおよびうねりの測定結果を表2～表4に示す。

表 2

試料 No.	原料名	長さ (mm)	幅 (mm)	最大長さ (mm)	厚み (mm)	乾燥時間 (hr)	閉空間 体積比率(%)	反り ($\mu\text{m}/\text{mm}$)	うねり (μm)	割れの 有無
1	原料-1	409	95	420	0.6	20	50	0.17	26	無し
2		409	95	420	0.6	0.5	50	2.26	110	有り
3		409	95	420	0.6	2	50	1.9	71	無し
4		409	95	420	0.6	5	50	1.19	62	無し
5		409	95	420	0.6	15	50	0.48	35	無し
6		409	95	420	0.6	25	50	0.19	20	無し
7		409	95	420	0.6	20	5	2.19	96	有り
8		409	95	420	0.6	20	15	1.9	74	無し
9		409	95	420	0.6	20	25	1.79	53	無し
10		409	95	420	0.6	20	65	0.24	31	無し
11		409	95	420	0.6	20	90	2.02	76	有り
12		409	95	420	1.8	0.5	5	2.05	95	有り
13		409	95	420	1.2	0.5	5	2.21	103	有り
14		409	95	420	0.6	0.5	5	2.98	115	有り
15		409	95	420	1.8	0.5	90	2.02	78	有り
16		409	95	420	1.2	0.5	90	2.33	83	有り
17		409	95	420	0.6	0.5	90	2.64	94	有り
18		368	95	380	0.6	20	50	0.16	27	無し
19		337	95	350	0.6	20	50	0.14	26	無し
20		311	95	325	0.6	20	50	0.12	21	無し
21		368	95	380	0.6	20	5	2.21	78	有り
22		337	95	350	0.6	20	5	2.29	86	有り
23		311	95	325	0.6	20	5	2.06	94	有り

*印は比較例を表わす。

表 3

試料 No.	原料名	長さ (mm)	幅 (mm)	最大長さ (mm)	厚み (mm)	乾燥時間 (hr)	閉空間 体積比率 (%)	反り ($\mu\text{m}/\text{mm}$)	うねり (μm)	割れの 有無
24	原料-2	409	95	420	0.6	20	50	0.14	24	無し
25		409	95	420	0.6	0.5	50	2.24	115	有り
26		409	95	420	0.6	2	50	1.86	73	無し
27		409	95	420	0.6	5	50	1.07	58	無し
28		409	95	420	0.6	15	50	0.48	32	無し
29		409	95	420	0.6	25	50	0.21	21	無し
30		409	95	420	0.6	20	5	2.31	98	有り
31		409	95	420	0.6	20	15	1.86	62	無し
32		409	95	420	0.6	20	25	1.71	53	無し
33		409	95	420	0.6	20	65	0.21	42	無し
34		409	95	420	0.6	20	90	2.14	77	有り
35		409	95	420	1.8	0.5	5	2	100	有り
36		409	95	420	1.2	0.5	5	2.24	118	有り
37		409	95	420	0.6	0.5	5	3.24	130	有り
38		409	95	420	1.8	0.5	90	2.19	88	有り
39		409	95	420	1.2	0.5	90	2.52	93	有り
40		409	95	420	0.6	0.5	90	2.74	101	有り
41	原料-2	368	95	380	0.6	20	50	0.13	25	無し
42		337	95	350	0.6	20	50	0.11	24	無し
43		311	95	325	0.6	20	50	0.12	19	無し
44		368	95	380	0.6	20	5	2.42	97	有り
45		337	95	350	0.6	20	5	2.4	83	有り
46		311	95	325	0.6	20	5	2.49	78	有り

*印は比較例を表わす。

表 4

試料 No.	原料名	長さ (mm)	幅 (mm)	最大長さ (mm)	厚み (mm)	乾燥時間 (hr)	閉空間 体積比率 (%)	反り ($\mu\text{m}/\text{mm}$)	うねり (μm)	割れの 有無
47	原料-3	409	95	420	0.6	20	50	0.17	20	無し
48		409	95	420	0.6	0.5	50	2.33	123	有り
49		409	95	420	0.6	2	50	1.98	72	無し
50		409	95	420	0.6	5	50	1.29	63	無し
51		409	95	420	0.6	15	50	0.67	27	無し
52		409	95	420	0.6	25	50	0.17	26	無し
53		409	95	420	0.6	20	5	2.38	79	有り
54		409	95	420	0.6	20	15	1.95	60	無し
55		409	95	420	0.6	20	25	1.43	51	無し
56		409	95	420	0.6	20	65	2.38	40	無し
57		409	95	420	0.6	20	90	2.19	76	有り
58		409	95	420	1.8	0.5	5	2.26	115	有り
59		409	95	420	1.2	0.5	5	2.69	122	有り
60		409	95	420	0.6	0.5	5	3.33	132	有り
61		409	95	420	1.8	0.5	90	2.21	100	有り
62		409	95	420	1.2	0.5	90	2.71	95	有り
63		409	95	420	0.6	0.5	90	2.9	86	有り
64		368	95	380	0.6	20	50	0.21	18	無し
65		337	95	350	0.6	20	50	0.2	17	無し
66		311	95	325	0.6	20	50	0.18	15	無し
67		368	95	380	0.6	20	5	2.42	94	有り
68		337	95	350	0.6	20	5	2.23	85	有り
69		311	95	325	0.6	20	5	2.09	78	有り

*印は比較例を表わす。

なお、表 2～表 4 において、試料 No. の前に示された*印は、比較例の試料であることを示している。つまり、表 2～表 4 において*印の示されていない試料は本発明の実施例としての試料である。表 2～表 4 からわかるように、本発明の実施例としての試料においては、反りおよびうねりとも十分小さな値となっていることがわかる。

(実施例 2)

表 2～表 4 に示した試料 No. 1～試料 No. 69 について、スクリーン印刷法を用いて各試料の表面に図 1 2 および図 1 3 に示したように電極部および発熱体を作製した。具体的には、電極部 1 5 a、1 5 b (図 1 2 参照) となるべき部分には銀-白金 (Ag-Pt) ペーストを、また発熱体 1 6 が形成されるべき領域には銀-パラジウム (Ag-Pd) ペーストを、それぞれ図 1 4 に示すようなスクリーン印刷法により配置した。

図 1 4 は、各試料 (基板) の表面に発熱体および電極部を形成するために用いたスクリーン印刷法を説明するための断面模式図である。図 1 4 に示すように、架台 1 8 の上部表面上に各試料 (基板 1) を配置し、この基板 1 上にスクリーン 1 9 を配置する。このスクリーン 1 9 には発熱体や電極部などのパターンが形成されている。このスクリーン 1 9 上に電極部 1 5 a、1 5 b (図 1 2 参照) や発熱体 1 6 (図 1 2 参照) などを構成するペーストを配置し、スキージ 2 0 を矢印 2 1 に示す方向に基板 1 側へと押圧しながら移動させる。この結果、スクリーン 1 9 を介して所定のパターンで基板 1 の表面に Ag-Pt ペーストや Ag-Pd ペーストを配置することができる。そして、この後所定の熱処理を行なうことにより、基板 1 の表面に電極部 1 5 a、1 5 b および発熱体 1 6 (図 1 2 参照) を形成することができる。

上述のようなスクリーン印刷法を行なった場合、試料 (基板 1) に反りやうねりが発生していると試料に割れが発生する。そのため、このスクリーン印刷法の実施に伴う試料の割れの発生を各試料について確認した。その結果を表 2～表 4 の割れの有無の項目に示す。

表 2～表 4 からわかるように、試料 (焼結体) の反りが $2\text{ }\mu\text{m/mm}$ 以上あるいはうねりが $76\text{ }\mu\text{m}$ 以上の試料については割れが発生したことが確認でき

た。そして、本発明の実施例としての試料についてはいずれも反りおよびうねりが十分小さいため、上述のスクリーン印刷法を行なった後においても割れの発生はなかった。

(実施例 3)

- 表 2～表 4 に示した試料のうち、試料 No. 1、24、47 について、その表面に電極部 15a、15b (図 12 参照) および発熱体 16 (図 12 参照) となるべきペーストをスクリーン印刷する前に、それぞれ熱伝導率を測定した。測定方法としてはレーザフラッシュ法を用いた。そして、上述した試料 No. 1、24、47 について、実施例 2 に示したようにその表面に Ag-Pt ペーストおよび Ag-Pd ペーストをスクリーン印刷法により所定のパターンで配置した。さらに、上述したペーストが配置された試料を大気中で 750℃以上 900℃以下の温度範囲で 2 時間焼成した。なお、焼成温度としては好ましくは 850℃である。このようにして、各試料の表面に電極部 15a、15b (図 12 参照) および発熱体 16 (図 12 参照) を形成した。
- さらに、各試料の電極部 15a、15b および発熱体 16 が形成された表面上に保護層としての絶縁層 17 (図 13 参照) となるガラスをスクリーン印刷した。そして、このガラスがスクリーン印刷された各試料を大気雰囲気中で加熱温度 600℃以上 750℃という温度条件で 3 時間焼成した。なお、この場合の加熱温度としては好ましくは 700℃である。このようにして、図 13 に示すような構造の試料を作製した。

- 次に、上述のようにして作製したヒータとしての試料の電極部 15a、15b (図 12 参照) にリード線をはんだ (半田) によって接合した。そして、リード線および電極部 15a、15b を介して発熱体 16 に所定の電流を供給することにより、発熱体 16 を発熱させた。このとき、電流の供給量は、ヒータとしての試料の中心部が温度 150℃となるように設定した。このような条件において、電極部 15a、15b とリード線とのはんだ接合部においてはんだの軟化などが発生しているかどうかを確認した。その結果を表 5 に示す。

表 5

原料名	試料No.	熱伝導率 (W/m·K)	はんだ軟化・溶融
原料-1	1	180	一部溶融
原料-2	24	95	無し
原料-3	47	130	軟化

表 5 からわかるように、原料-1 および原料-3 を用いた試料 No. 1、4
7 は、熱伝導率の値が相対的に大きくなっていたため、電極部とリード線との
5 はんだ接合部において、軟化した部分や一部溶融した部分が確認された。一方、原
料-2 を用いた試料 No. 24 は相対的に熱伝導率が低いため、電極部とリード
線とのはんだによる接合部において軟化や溶融が発生していなかった。

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではない
と考えられるべきである。本発明の範囲は上記した実施の形態および実施例では
10 なくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲
内でのすべての変更が含まれることが意図される。

産業上の利用可能性

このように、本発明によれば、従来より大面積かつ厚みの薄い窒化アルミニウ
ム焼結体であって、反りやうねり高さの小さいものを容易に得ることができる。
15 そのため、このような本発明による窒化アルミニウム焼結体を電子部品などの基
板として利用すれば、従来より大型の電子部品（たとえばヒータなど）を容易に
製造することができる。

請求の範囲

1. 最大長さが320mm以上、厚みが0mmを超え2mm以下、反りが $0\mu\text{m}/\text{mm}$ 以上 $2\mu\text{m}/\text{mm}$ 未満、局所的なうねり高さが $0\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下
- 5 である、窒化アルミニウム焼結体。
2. 熱伝導率が $50\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上 $250\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以下である、請求項1に記載の窒化アルミニウム焼結体。
3. 請求項1または2に記載の窒化アルミニウム焼結体であって形状が板状の基板と、
- 10 前記基板の表面の少なくとも一部上に形成され、導電性を有するメタライズ層とを備える、メタライズ基板。
4. 最大長さが320mm以上、厚みが0mmを超え2mm以下、局所的なうねり高さが $0\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下である窒化アルミニウム焼結体を含む基板と、
- 15 前記基板の表面の少なくとも一部上に形成され、導電性を有するメタライズ層とを備え、
反りが $0\mu\text{m}/\text{mm}$ 以上 $5\mu\text{m}/\text{mm}$ 以下である、メタライズ基板。
5. 請求項3または4に記載のメタライズ基板と、
前記基板の表面上に配置され、前記メタライズ層と接続された電極部と、
- 20 前記メタライズ層上に配置された絶縁層とを備える、ヒータ。
6. バインダと主原料である窒化アルミニウムとを含む原料を準備する工程と、
前記原料を用いてシート状の成形体を形成する工程と、
前記成形体を1時間以上乾燥する乾燥工程と、
- 25 前記乾燥工程を実施した成形体から前記バインダを除去する工程と、
前記バインダが除去された成形体を焼結する焼結工程とを備える、窒化アルミニウム焼結体の製造方法。
7. 前記焼結工程は、窒化硼素を主成分とする治具により囲まれた空間内に前記成形体を配置した状態で前記成形体を焼結することを含み、

前記空間の体積に対する、焼結前の前記成形体の体積の割合が10%以上70%以下である、請求項6に記載の窒化アルミニウム焼結体の製造方法。

8. シート状であって、窒化アルミニウムを主成分とする成形体を準備する工程と、

- 5 窒化硼素を主成分とする治具により囲まれた空間内に1つの前記成形体を配置した状態で、前記成形体を焼結する焼結工程とを備える、窒化アルミニウム焼結体の製造方法。

9. 前記空間の体積に対する、焼結前の前記成形体の体積の割合が10%以上70%以下である、請求項8に記載の窒化アルミニウム焼結体の製造方法。

- 10 10. 前記治具は、平板状の基体の上部表面に、前記成形体を配置するための凹部が形成されたものであり、

前記焼結工程では、複数の前記治具の凹部のそれぞれに前記成形体を1つずつ配置した上で、複数の前記治具を積層した状態で焼結を行う、請求項7～9のいずれか1項に記載の窒化アルミニウム焼結体の製造方法。

- 15 11. 前記焼結工程では、複数の前記治具を積層した積層体を金属製のケースの内部に収納した状態で焼結を行う、請求項10に記載の窒化アルミニウム焼結体の製造方法。

12. 窒化アルミニウム焼結体を製造するための焼結工程において用いる治具であって、

- 20 窒化硼素を含み、表面に窒化アルミニウム焼結体となるべき成形体を配置する凹部が形成された平板状の基体を備え、

前記凹部の体積に対する前記成形体の体積の割合が10%以上70%以下となるように、前記凹部の寸法が決定されている、治具。

1 / 8

FIG. 1

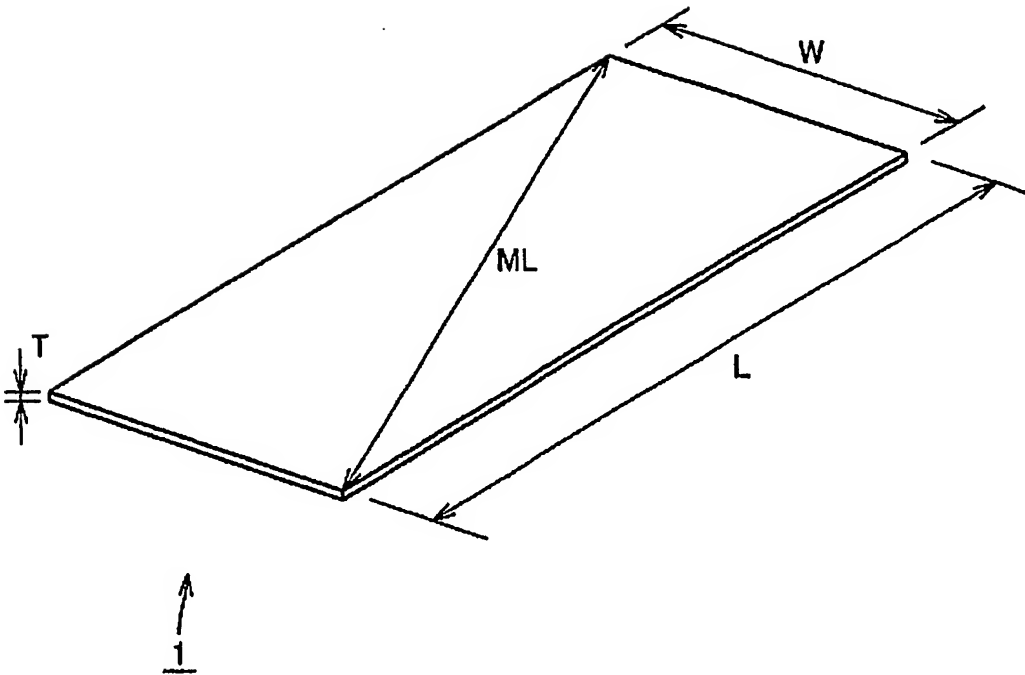


FIG. 2

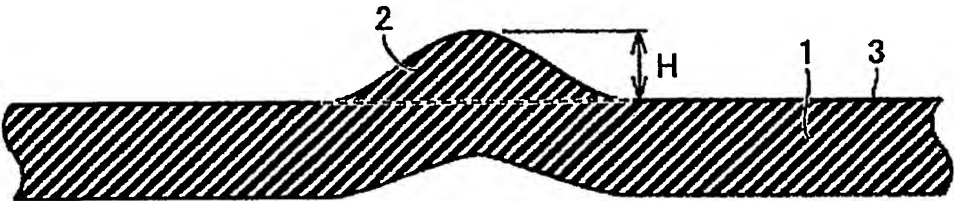


FIG. 3

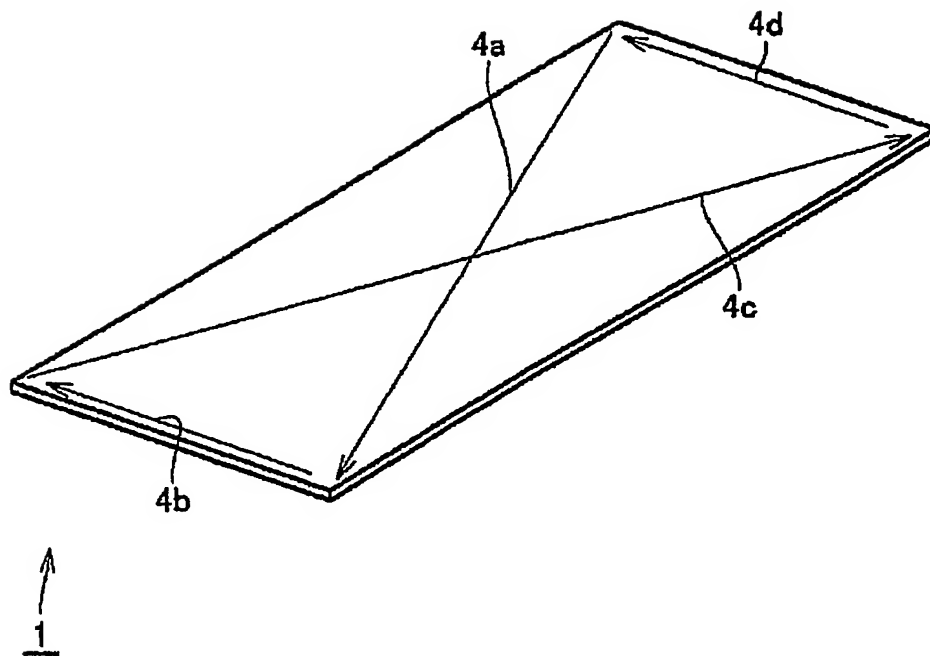
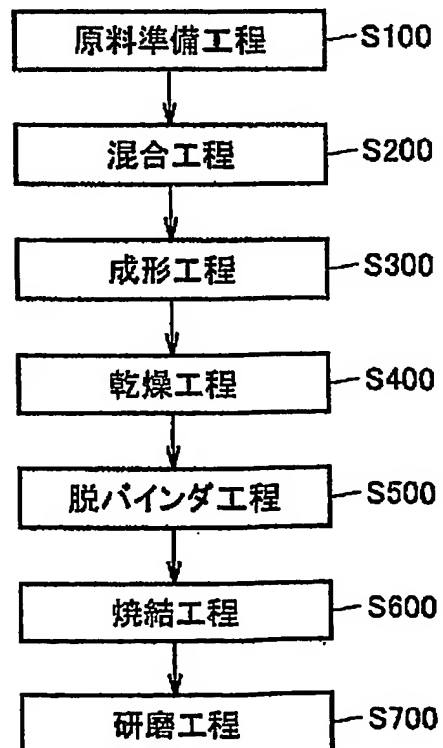


FIG. 4



3/8

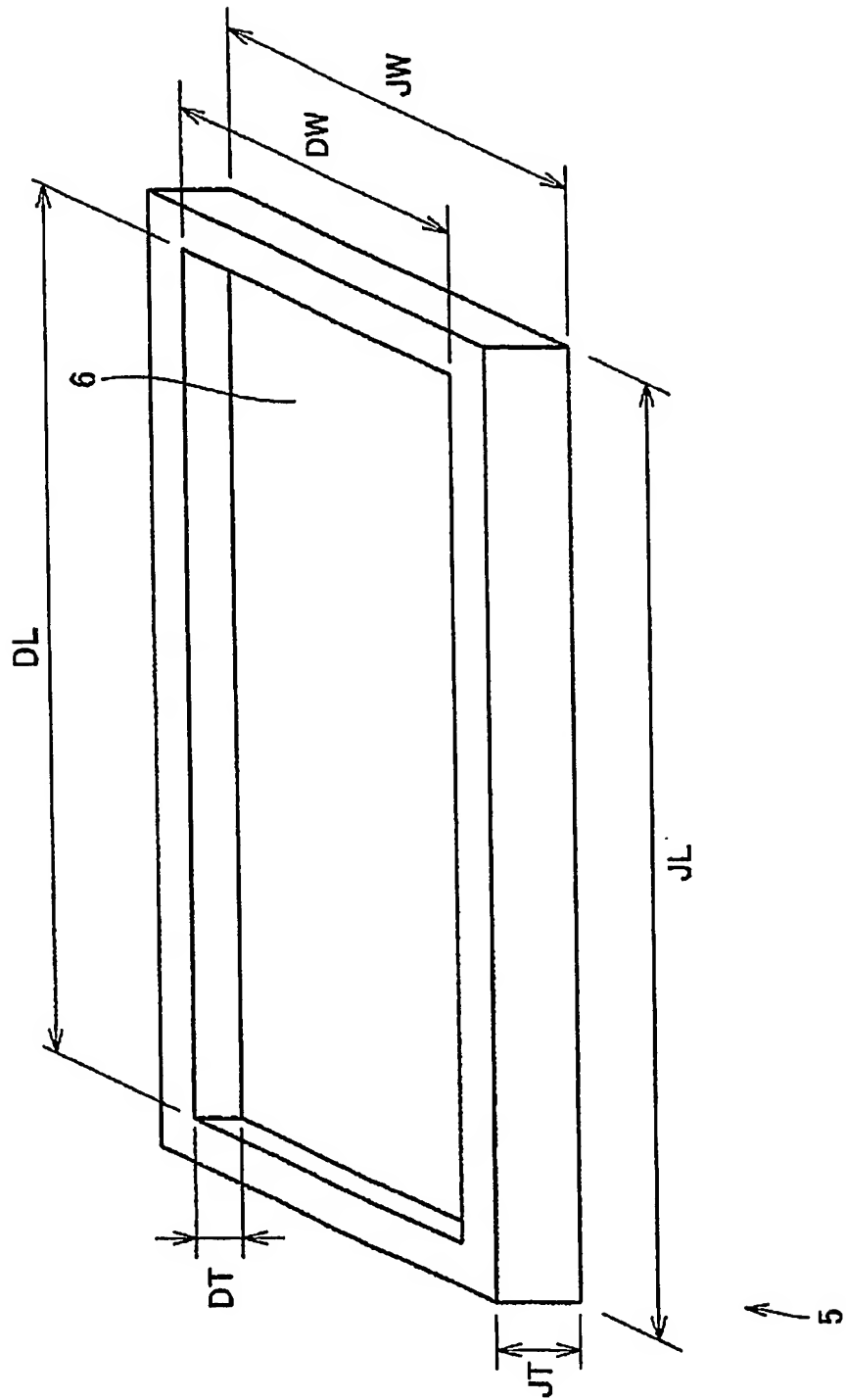


FIG. 5

4/8

FIG. 6

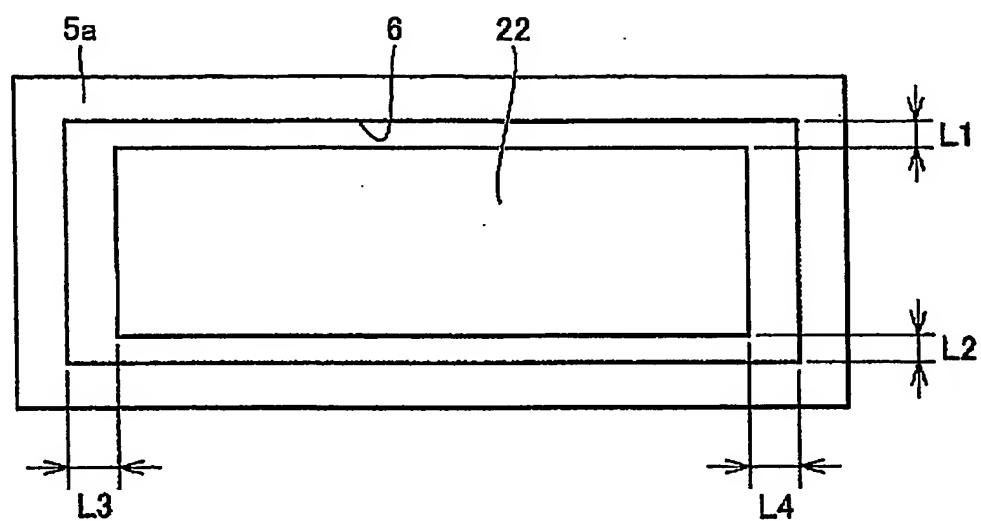


FIG. 7

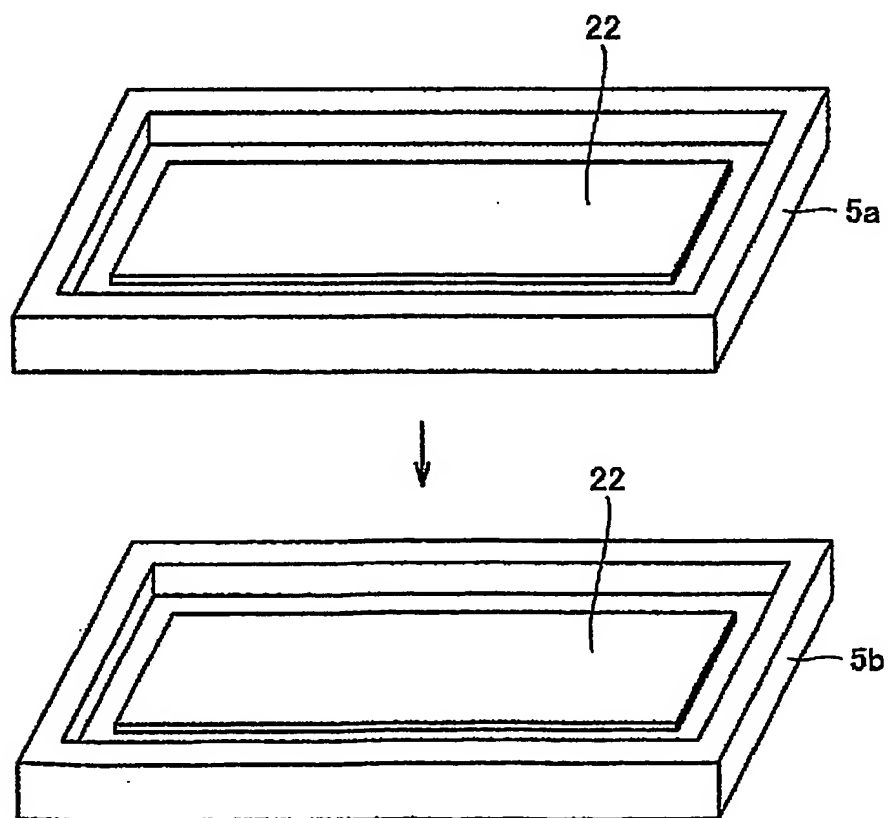


FIG. 8

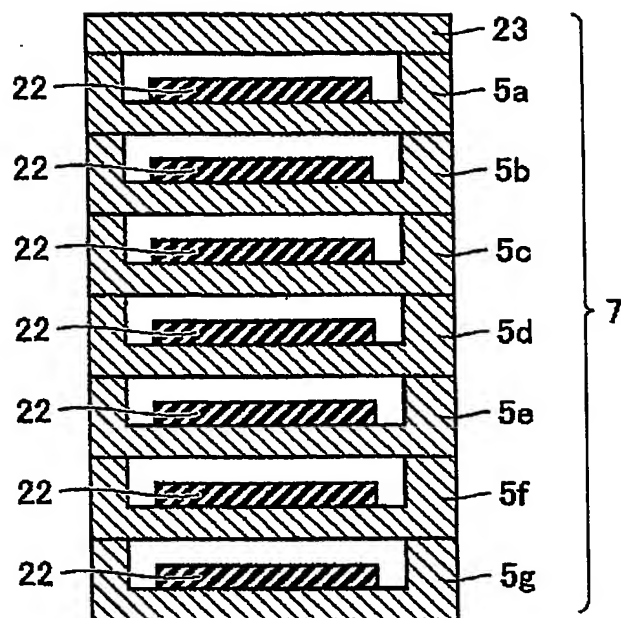


FIG. 9

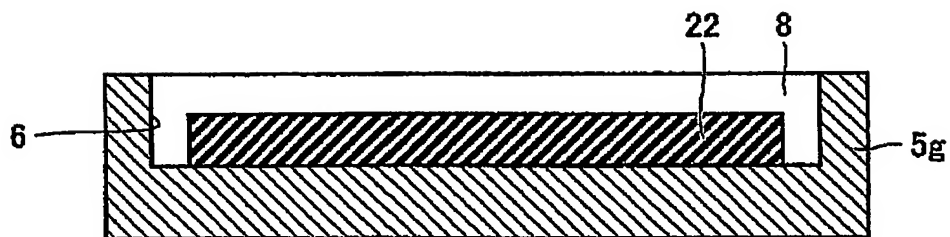


FIG. 10

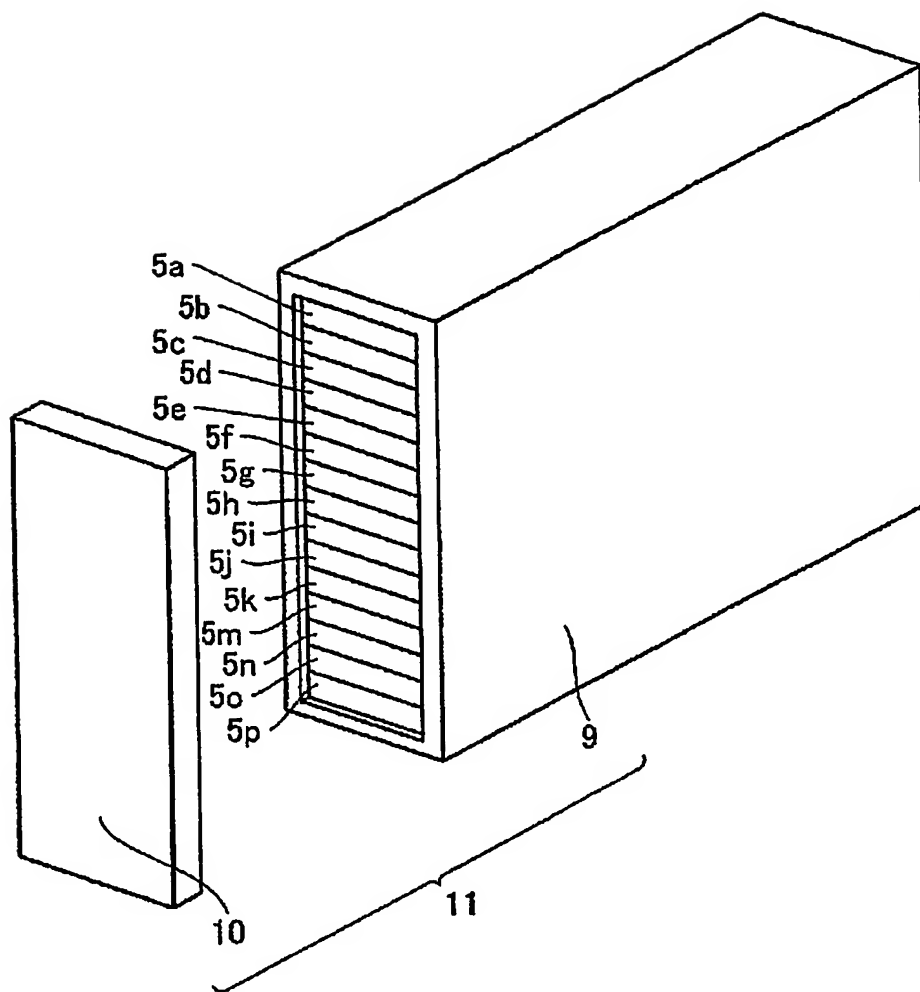


FIG. 11

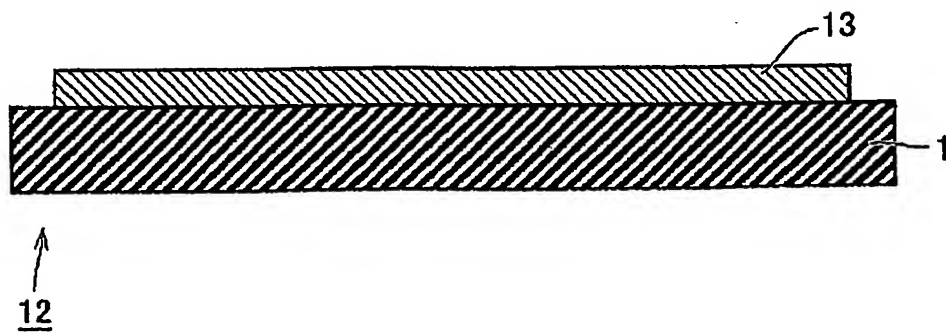


FIG. 12

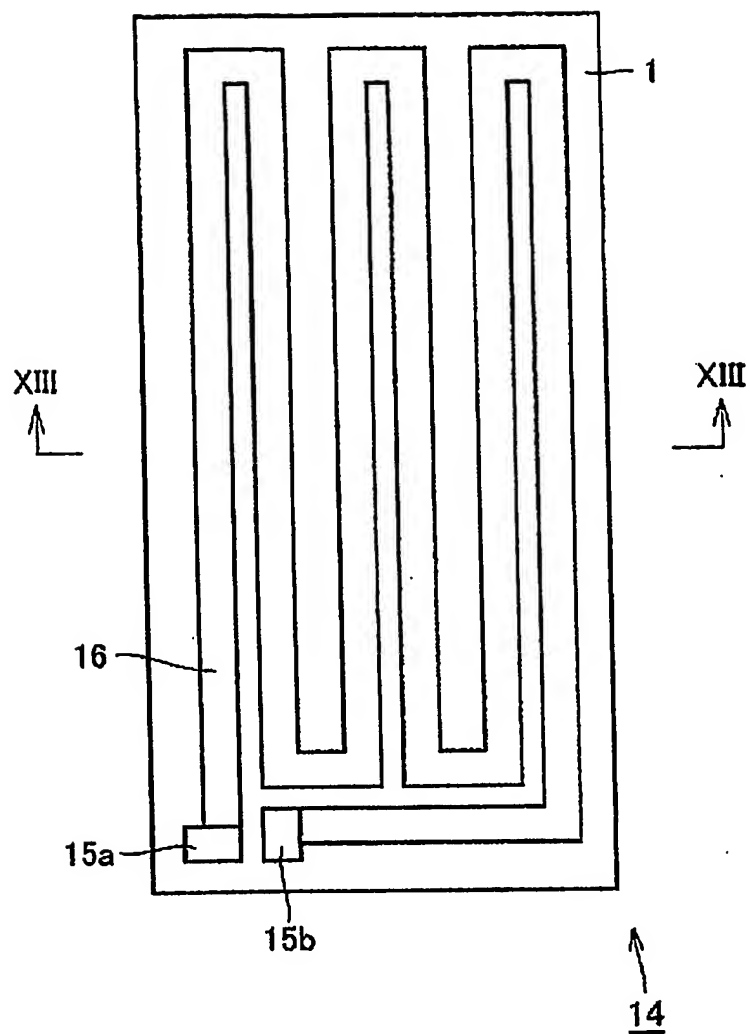


FIG. 13

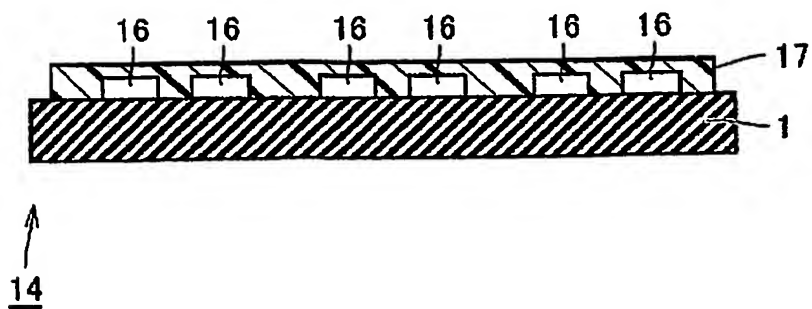
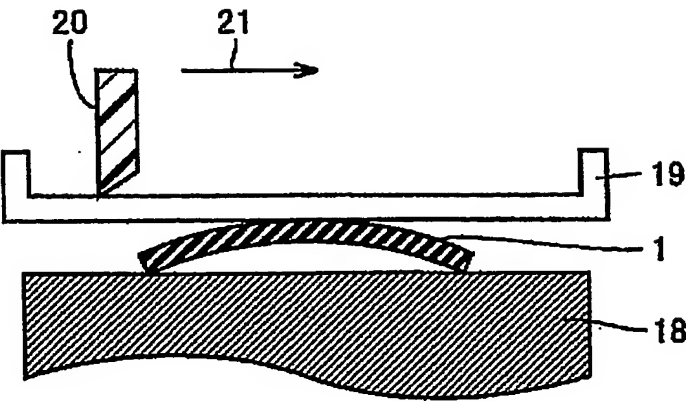


FIG. 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09705

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C04B35/581

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C04B35/56-35/599, 35/64, H05B3/02-3/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category ^a	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2727652 B2 (Fujitsu Ltd.), 11 March, 1998 (11.03.98), Column 6, lines 3 to 6, 25 to 39; Fig. 2 (Family: none)	6, 7, 12
Y A	JP 1-282157 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 14 November, 1989 (14.11.89), Full text; all drawings (Family: none)	1-10, 12 11
Y A	JP 2002-68849 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 08 March, 2002 (08.03.02), Full text (Family: none)	1-10, 12 11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 September, 2003 (16.09.03)

Date of mailing of the international search report
07 October, 2003 (07.10.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09705

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-174875 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 02 July, 1999 (02.07.99), Par. No. [0029]; Fig. 6 (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. C04B 35/581

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. C04B 35/56-35/599 35/64 H05B 3/02-3/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2727652 B2 (富士通株式会社) 1998. 03. 11 第6欄第3-6, 25-39行, 第2図 (ファミリーなし)	6, 7, 12
Y	JP 1-282157 A (松下電工株式会社) 1989. 11. 14	1-10, 12
A	全文, 全図 (ファミリーなし)	11
Y	JP 2002-68849 A (住友電気工業株式会社) 2002. 03. 08	1-10, 12
A	全文 (ファミリーなし)	11
Y	JP 11-174875 A (住友電気工業株式会社) 1999. 07. 02 段落0029, 図6 (ファミリーなし)	1-5

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 09. 03

国際調査報告の発送日

07.10.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大橋 賢一



4 T

8825

電話番号 03-3581-1101 内線 6791